PART4 電位

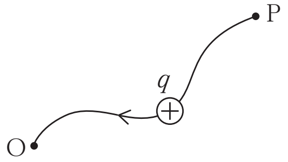
目標　電位と位置エネルギーの扱い方を学びましょう。

Chapter1　電位

位置エネルギー

静電気力は保存力なので，重力と同様に**位置エネルギー**を定義できる。

電場の存在する空間内において，基準点 O を定める。ある点 P から基準点 O まで電気量 q の電荷を運ぶ間に，この電荷が**電場からの力 (静電気力) によりされる仕事**を点 P でこの電荷が持つ**位置エネルギー**という。これを以下，U_P と書く。



知っておこう
困ったら，重力の位置エネルギーと照らし合わせながら考えましょう。

重要
重力の位置エネルギーの定義は，
ある点から基準点までいく間に，物体に対して重力がした仕事

電位

上の説明で，$q = +1$[C] の場合の U_P を点 P の電位という。これを以下 V_P とする。位置エネルギーと電位の関係は

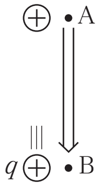
____

重要
位置エネルギーは，
(電荷) × (その点の電位)
と，表される。

電位差と仕事

点電荷 q が電位 V_A の点 A から電位 V_B の点 B まで移動するとき，電荷が静電気力にされる仕事は，点 A と点 B の電位差で決まる。

$$W = qV_A - qV_B = ________$$



重要
$V_A - V_B$ が 2 点間の電位差です。

重要
(静電気力のする仕事)
= (電荷) × (電位差)

Chapter2　点電荷のまわりの電位

点電荷のまわりの電位

重要

無限遠点：
今考えている電荷から十分に離れ，事実上，この電荷による影響がないとみなせる点のこと。

　点電荷のまわりには電位ができる。その値は次の式で表される。ただし，電位の**基準は無限遠点**とする。

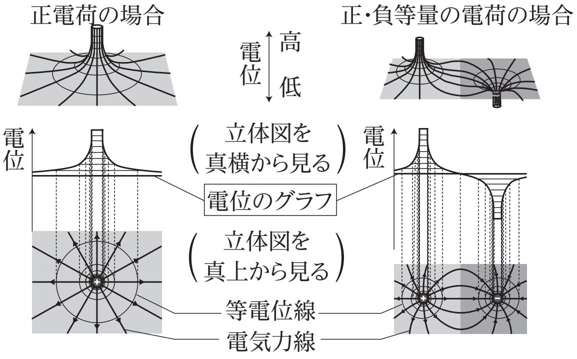
(V：電位　　k：クーロンの法則の比例定数
Q：電気量の大きさ　　r：電荷から観測点までの距離)

電位の重ね合わせ

重要

電位はスカラー量なので，正か負かも含め，そのまま足します。

　空間内に電位の原因となる電荷が複数存在するとき，ある観測点における電位は，各電荷による電位の**和をとったもの**となる。



まとめ

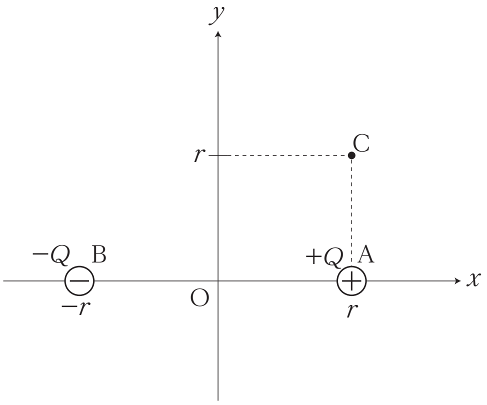
電位は単位電荷あたりの位置エネルギー

電位と位置エネルギーの関係：$U = qV_P$

点電荷のまわりの電位：$V = k\dfrac{Q}{r}$

Chapter3　演習問題

　xy 平面上の点 A(r, 0) に＋ Q の正電荷を，点 B(－ r, 0) に－ Q の負電荷を固定する。クーロンの法則の比例定数を k，静電気力による位置エネルギーの基準は無限遠点とする。



問 1　点 O(0, 0) の電位を求めよ。

問 2　点 C(r, r) の電位を求めよ。

問 3　正電荷 q を点 C においたときにもつ，位置エネルギーを求めよ。

問 4　この正電荷 q を点 O から点 C まで運ぶために必要な外力による仕事を求めよ。

＜ Note ＞

第 11 講 PART4 確認問題

問 1 xy 平面上の点 A(r, 0) に電気量 $Q(Q > 0)$ の点電荷を固定し，点 B($-r$, 0) に電気量 $2Q$ の点電荷を固定した。なお，クーロンの法則の比例定数を k とする。

(1) 原点 O における電位として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。ただし，電位の基準は無限遠とする。

① $\dfrac{kQ}{r}$ ② $\dfrac{3kQ}{2r}$

③ $\dfrac{2kQ}{r}$ ④ $\dfrac{3kQ}{r}$

(2) 点 C(0, r) における電位として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。ただし，電位の基準は無限遠とする。

① $\dfrac{2kQ}{\sqrt{2}r}$ ② $\dfrac{3kQ}{\sqrt{2}r}$

③ $\dfrac{2kQ}{r}$ ④ $\dfrac{3kQ}{r}$

(3) 電気量 $q(q > 0)$ の点電荷が点 O の位置にあるとき，この点電荷がもつ静電気力による位置エネルギーとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。ただし，静電気力による位置エネルギーの基準は無限遠とする。

① $\dfrac{kqQ}{r}$ ② $\dfrac{3kqQ}{2r}$

③ $\dfrac{2kqQ}{r}$ ④ $\dfrac{3kqQ}{r}$

(4) 電気量 $q(q > 0)$ の点電荷を点 C から原点 O に運ぶのに外力がする仕事の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $\dfrac{3kqQ}{\sqrt{2}r}$ ② $\dfrac{3kqQ}{r}$

③ $\dfrac{(2-\sqrt{2})kqQ}{2r}$ ④ $\dfrac{3(2-\sqrt{2})kqQ}{2r}$

＜ Note ＞

第 11 講　電気

PART1　静電気

ア　導体

イ　絶縁体

ウ　電子

エ　異

オ　同

カ　静電誘導

PART2　クーロンの法則

問 1　4.5×10^{-11} N　x 軸の負方向

問 2　4.5×10^{-11} N　x 軸の正方向

PART3　電場

問 1　$k\dfrac{Q}{a^2}$　x 軸の負の向き

問 2　$k\dfrac{Q}{a^2}$　y 軸の正の向き

問 3　$\dfrac{\sqrt{2}kQ}{a^2}$

PART4　電位

問 1　0

問 2　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQ}{r}$

問 3　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

問 4　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

PART5　一様な電場

問 1　200 V/m

問 2　20 V

問 3　60 V

問 4　4.0×10^{-4} N

問 5　8.0×10^{-5} J

PART6　電気力線とガウスの法則

問 1　$4\pi kQ$ 本

問 2　$4\pi r^2$

問 3　$\dfrac{kQ}{r^2}$

PART7　物質内の電場

問 1　$\varepsilon_r \varepsilon_0 = 4.0\varepsilon_0$

問 2　2.5 V/m

PART8　コンデンサー

問 1　6.0×10^{-6} C

問 2　3.0×10^{-6} C

PART9　コンデンサーと誘電体

問 1　6.0 μF

問 2　1.2×10^{-5} C

PART10　合成容量

問 1　1.2 μF

問 2　5.0 μF

PART11　コンデンサーの接続

9.0×10^{-6} C

PART12　静電エネルギー

問1　9.0×10^{-6} J

問2　9.0×10^{-6} J

第 11 講　PART4　確認問題　解答

問 1

（1）　④

解説：

$$V_{\mathrm{O}}=k\frac{Q}{r}+k\frac{2Q}{r}=\frac{3kQ}{r}$$

（2）　②

解説：

$$V_{\mathrm{C}}=k\frac{Q}{\sqrt{2}\,r}+k\frac{2Q}{\sqrt{2}\,r}=\frac{3kQ}{\sqrt{2}\,r}$$

（3）　④

解説：

$$U_{\mathrm{O}}=qV_{\mathrm{O}}=q\frac{3kQ}{r}=\frac{3kqQ}{r}$$

（4）　④

解説：

$$W=q(V_{\mathrm{O}}-V_{\mathrm{C}})=q\left(\frac{3kQ}{r}-\frac{3kQ}{\sqrt{2}\,r}\right)=\frac{3(2-\sqrt{2}\,)kqQ}{2r}$$